

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-317236

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.Cl. H01M 8/04

(21)Application number : 10-226100 (71)Applicant : AQUEOUS RESERCH:KK

(22)Date of filing : 10.08.1998 (72)Inventor : UENO MASATAKA
KATO KENJI
HORIGUCHI MUNEHISA
TAKADA CHIKAYUKI

(30)Priority

Priority number : 09365850 Priority date : 22.12.1997 Priority country : JP
10 67885 02.03.1998 JP

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently supply water to an electrolyte film and quickly and surely make the electrolyte film moist at start of the system by turning on an air supply system at start, then turning on a water supply system.

SOLUTION: In starting a fuel cell system, an air supply fan is driven to supply air to an air manifold, and the water level in a water tank is checked whether it is higher than a threshold previously set or not with a water level sensor. If the water level is lower than the threshold level, operation proceeds to the processing to stop the fuel cell system. If the water in the water tank is higher than the threshold level, a pump is driven for a specified time, and water is jetted into the air manifold. Water is supplied to an electrolyte film from the air electrode side of the fuel cell stack, the moist state of the electrolyte film is ensured, and the burning of the electrolyte is prevented even if sudden reaction occurs when hydrogen gas is supplied.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.07.2005

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-317236

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

K

X

Y

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-226100

(22) 出願日 平成10年(1998) 8月10日

(31) 優先権主張番号 特願平9-365850

(32) 優先日 平 9 (1997) 12月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-67885

(32) 優先日 平10(1998) 3月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 591261509

株式会社エクス・リサーチ

東京都千代田区外神田 2丁目19番12号

(72) 発明者 上野 正隆

東京都千代田区外神田 2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(72) 発明者 加藤 憲二

東京都千代田区外神田 2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(72) 発明者 堀口 宗久

東京都千代田区外神田 2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(74) 代理人 弁理士 小西 富雅

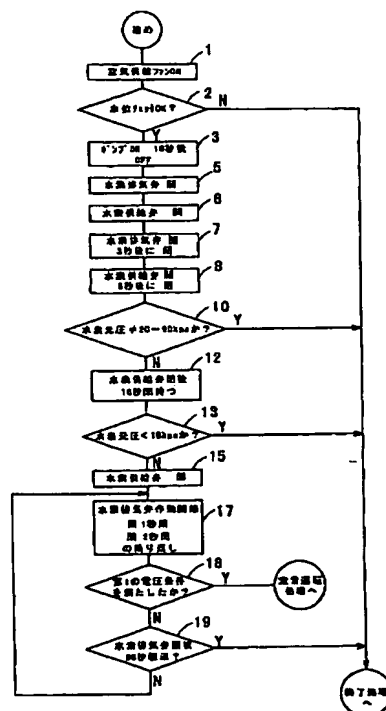
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【目的】 始動時に燃料電池スタックの電解質膜へ効率よく水を供給し、これを迅速且つ確実に湿润状態とする。

【構成】 燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、空気極に空気を供給する空気供給系とを備えてなる燃料電池システムにおいて、始動時に、空気供給系をオンとした後、水供給系をオンとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、

前記空気極に空気を供給する空気供給系と、

始動時に、前記空気供給系をオンとした後、前記水供給系をオンとする制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項2】 燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、

始動時に、前記水供給系の水量を検出する水量検出手段と、

該水量検出手段により検出された前記水供給系の水量が所定の閾値を下回ったとき、前記燃料電池の始動を停止させる制御手段と、を備えている燃料電池システム。

【請求項3】 燃料電池の燃料極に燃料ガスを導入する燃料ガス導入系と、

前記燃料電池から燃料ガスを排出する燃料ガス排出系と、

始動時、前記燃料ガス排出系を開いた後、前記燃料ガス導入系を開き、その後前記燃料ガス排出系を閉じる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項4】 燃料電池と、

前記燃料電池中の燃料ガス流路を前記燃料ガスにより加圧した状態で該燃料ガス流路を閉じる手段と、

前記燃料電池の燃料ガス流路内の圧力を検出する圧力検出手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項5】 燃料電池の出力電圧を検出する手段と、

検出された前記出力電圧が所定の条件を満足したとき、前記燃料電池を負荷系へ接続する制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項6】 燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、

前記燃料電池の温度を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された温度が所定の温度より低いとき前記水供給系を間欠的に駆動させる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項7】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された温度が前記所定の温度を越えたとき、前記水供給系を連続的に駆動させる、ことを特徴とする請求項6に記載の燃料電池装置。

【請求項8】 燃料電池と、

該燃料電池の出力の供給を受ける負荷系と、

前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス導入系と、

前記燃料電池から燃料ガスを排出する燃料ガス排出系と、

停止時に、前記負荷系に対する出力をオフとし、続いて前記燃料ガス導入系を閉じ、続いて前記燃料ガス排出系を閉じる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【請求項9】 燃料電池スタックの空気マニホールドに水を噴射し、空気極に水を液体の状態で供給する燃料電

池システムにおいて、その始動時に、前記空気マニホールド内の空気が流動している状態で前記水を該空気マニホールド内へ噴射する、ことを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は燃料電池システムに関する。更に詳しくは、始動時、定常時及び停止時における燃料電池システムの制御に関する。この燃料電池システムは例えば車輛用に好適に用いられる。

【0002】

【従来の技術】 PEM型の燃料電池本体は、燃料極と空気極との間に高分子固体電解質膜が挟持された構成である。燃料極及び空気極はともに触媒物質を含む触媒層と、前記触媒層を支持すると共に反応ガスを供給しさらに集電体としての機能を有する電極器材からなる。燃料極と空気極の更に外側には、反応ガスを外部より電極内に均一に供給するとともに、余剰ガスを外部に排出するためのガス流通溝を設けたセパレータが積層される。このセパレータはガスの透過を防止するとともに発生した電流を外部へ取り出すための集電を行う。

【0003】 上記燃料電池本体とセパレータとで単電池が構成される。実際の燃料電池システムでは、かかる単電池の多数個が直列に積層されてスタックが構成される。燃料電池本体では、一般的に発生電力にほぼ相当する熱量の熱が発生する。従って、燃料電池本体が過度にヒートアップすることを防止するために、スタックに冷却板を内蔵させる。この冷却板には空気や水などの冷却媒体が流通されてスタックが冷却され、もって燃料電池本体が所望の温度に維持される。

【0004】 このような構成の燃料電池の起電力は、燃料極側（アノード）に燃料ガスが供給され、空気極側に酸化ガスが供給された結果、電気化学反応の進行に伴い電子が発生し、この電子を外部回路に取り出すことにより、発生される。即ち、燃料極（アノード）にて得られる水素イオンがプロトン（ H^+ ）の形態で、水分を含んだ電解質膜中を空気極（カソード）側に移動し、また燃料極（アノード）にて得られた電子が外部負荷を通過して空気極（カソード）側に移動して酸化ガス（空気を含む）中の酸素と反応して水を生成する、一連の電気化学反応による電気エネルギーを取り出すことができるからである。

【0005】 上記において、プロトンが燃料極より空気極に向かって電解質膜中を移動する際に水和の状態をとるため、電解質膜が乾燥してしまうと、イオン伝導率が低下し、エネルギー変換効率が低下してしまう。よって、良好なイオン伝導を保つために固体電解質膜に水分を供給する必要がある、そのために燃料ガス及び酸化ガスを加湿して、水分を供給している。また、アノード電極側では、電極反応を適正に継続させるために、より水

素ガスの湿潤状態を維持する必要がある、燃料ガスの加湿方法については従来から様々な提案がある。

【0006】他方、プロセス空気を加湿する方法は従来から提案されているが、反応熱により昇温されている（通常80℃程度である）空気極を確実に加湿するには、常温のプロセス空気を加湿器において予め加湿しておく必要がある。飽和水蒸気量を空気極の周囲の環境と一致させるためである。そのため、加湿器は水の供給機能とプロセス空気の昇温機能とが求められる複雑な構成であった。特開平7-14599号公報に開示の燃料電池装置では、空気導入管に噴射ノズルを設けて加湿に必要な水がプロセス空気中に噴霧される。この噴射ノズルが圧縮機の上流側にある場合、噴霧された水はプロセス空気の圧縮にともなう熱で蒸発され、水蒸気の状態で空気極を加湿する。また、この装置でも、必要に応じて空気の加湿装置が更に付加される。いずれにせよ従来の技術では空気へ水蒸気を混入させることにより電解質膜へ水分を補給していた。

【0007】更には、特開平9-266004号公報に示される燃料電池装置では、排出される水素ガスの濃度を下げるため、燃料極から排出されるガス（この排気ガスには未反応の水素ガスが含まれている）を空気極側へ導入してその中の水素ガスを空気極において燃焼させている。当該燃焼において反応水（回収水）が生成されるため、このような燃料電池装置では加湿器を特に付加しなくても、電解質膜へ十分な水分を補給できることとなる。

【0008】

【先の出願における開示の概要】更なる研究により以下の事項が解った。所定値以下の厚さの電解質膜により、燃料電池を構成した場合に、プロトンが空気極において空気中の酸素と反応して生成された水が、電解質膜中を空気極から水素極へ逆浸透する。この逆浸透された水により、電解質膜を好適な湿潤状態に維持することができるため、水素極（アノード電極）側で水素（燃料ガス）を加湿する必要がある。しかし、空気極（カソード電極）側において、導入される空気（酸化ガス）流により、電解質膜の空気極側の水分が蒸発するため、電解質膜の空気極側の水分が不足することが解った。

【0009】そこで先の出願では、燃料電池本体の空気極に水が液体の状態で供給される、水直噴タイプの燃料電池システムを提案した。このように構成された燃料電池システムによれば、空気極の表面に供給された水が優先的に空気から潜熱を奪うので、空気極側の電解質膜から水分の蒸発することが防止される。従って、電解質膜はその空気極側で乾燥することなく、常に均一な湿潤状態を維持する。よって、燃料電池システムの性能及び／又は耐久性が向上する。

【0010】さらには、水を液体の状態で空気極に供給すると、空気極の表面に供給された水は空気極自体から

も熱を奪いこれを冷却するので、これにより燃料電池本体の温度を制御できる。即ち、燃料電池スタックへ冷却板を付加しなくても当該燃料電池本体を冷却することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】この発明の第1の目的は新規な構成の燃料電池システムを提供することにある。水直噴タイプにおいて、その機能を発揮するには燃料電池の空気極に水を確実に供給することが前提である。特に始動時においては、燃料電池の電解質膜が乾燥している場合がある。始動を安定させるためにはこれを発電反応に好適な湿潤状態にする必要がある。そこで第1の局面の発明の目的は、始動時に電解質膜へ効率よく水を供給し、これを迅速且つ確実に湿潤状態とすることにある。

【0012】第1の局面の発明は上記課題に解決すべくなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、前記空気極に空気を供給する空気供給系と、始動時に、前記空気供給系をオンとした後、前記水供給系をオンとする制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0013】このように構成された第1の局面の発明によれば、予め空気が供給されている状態、即ち空気が流れているところへ水が供給されるので、空気の流れにより水の分散が促進される。従って、燃料電池の空気極へより均一に水が液体の状態で供給される。これにより、始動時、燃料電池の電解質膜が乾燥状態にあったとしても、これを迅速且つ確実に湿潤状態とすることができる。よって、安定した始動が実現されるとともに、電解質膜の焼損が未然に防止される。かかる第1の局面はまた次の様にも表現される。即ち、燃料電池スタックの空気マニホールドに水を噴射し、空気極に水を液体の状態で供給する燃料電池システムにおいて、その始動時に、前記空気マニホールド内の空気が流動している状態で前記水を該空気マニホールド内へ噴射する、ことを特徴とする燃料電池システム。

【0014】水直噴タイプの燃料電池システムにおいて、燃料電池に対して水を確実に供給することは、当該システムを安定して始動させるために重要である。この発明の第2の局面は、かかる見地に基づいてなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、始動時に、前記水供給系の水量を検出する水量検出手段と、該水量検出手段により検出された前記水供給系の水量が所定の閾値を下回ったとき、前記燃料電池の始動を停止させる制御手段と、を備えている燃料電池システム。

【0015】このように構成された第2の局面の発明によれば、水供給系に十分な量の水がないとき、燃料電池システムの始動が停止される。水供給系に十分な量の水がないと燃料電池スタックの各空気極へ完全に水が行き

渡らないおそれがあり、そうすると燃料電池システムの始動が不安定になりかねない。そこで第2の局面の発明では十分な量の水が無いときは燃料電池システムを始動させず、例えばアラームランプを点灯して運転者に水不足を知らせ、水の補給を促す。水供給系の水量の検出は、例えば水供給系に付設されたタンクの水位をモニタすることにより行う。

【0016】燃料ガスとして水素ガスを用い、これを貯蔵するタンクとして水素吸蔵合金タンクを用いたときには、当該タンクの最大内圧は燃料電池の耐圧を上回る。そこで、当該水素吸蔵合金から燃料電池までの経路（燃料ガス導入系）には、水素吸蔵合金タンクの圧力を減圧する減圧弁が設けられている。しかし、最初に水素吸蔵合金タンクを開いたときには減圧弁で十分に減圧することができず、高い瞬時圧が燃料電池にかかることがある。これが繰り返されると燃料電池の電解質膜に損傷の生じるおそれがある。そこでこの発明の他の目的は、かかる電解質膜の損傷を未然且つ確実に防止することにある。

【0017】第3の局面の発明は上記目的を達成すべくなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池の燃料極に燃料ガスを導入する燃料ガス導入系と、前記燃料電池から燃料ガスを排出する燃料ガス排出系と、始動時、前記燃料ガス排出系を開いた後、前記燃料ガス導入系を開き、その後前記燃料ガス排出系を閉じる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0018】このように構成された第3の局面の燃料電池システムによれば、燃料ガス導入系を開く前に燃料ガス排出系を開いておくので、燃料ガスの導入当初高い瞬時圧が燃料電池に印加されたとしても、この瞬時圧は開かれた燃料ガス排出系へ逃がされる。よって、電解質膜に過度の負担がかかることはなく、これの損傷を未然にかつ確実に防止できる。瞬時圧を燃料ガス排出系へ逃がした後に燃料ガス排出系を閉じ、その後、通常通り燃料ガスを供給し、排出する。

【0019】上記第3の局面の発明のように電解質膜に対する負担を除去しても、電解質膜自体の経時的な劣化は免れない。劣化した電解質膜を持つ燃料電池は交換する必要がある。本発明者らは電解質膜が劣化したか否かを判定する方法を検討をした。その結果、電解質膜の劣化が進むと燃料ガスが当該電解質膜からリークし易くなることに気が付いた。この発明の他の目的は、燃料電池の電解質膜の劣化を検出する新規な構成を提供することにある。

【0020】第4の局面の発明は上記目的を達成すべくなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池と、前記燃料電池中の燃料ガス通路を前記燃料ガスにより加圧した状態で該燃料ガス流路を閉じる手段と、前記燃料電池の燃料ガス流路の圧力を検出する手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0021】このように構成された第4の局面の発明によれば、燃料電池の燃料ガス流路を加圧した状態で該燃料ガス流路が閉じられるので、電解質膜が劣化しておればこの膜を介して燃料ガスがリークする。従って、閉じられた燃料ガス流路の圧力は次第に低下する。この圧力の変化が圧力検出手段によって検出され、所定の規則に基づき電解質膜の劣化が判断される。

【0022】燃料電池に過剰な負荷がかかると燃料電池の劣化が促進され、また場合によっては電解質膜が破損するおそれもある。第5の局面の発明はかかる課題にかんがみてなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池の出力電圧を検出する手段と、検出された前記出力電圧が所定の条件を満足したとき、前記燃料電池を負荷系へ接続する制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0023】このように構成された第5の局面の燃料電池システムによれば、燃料電池の出力電圧が所定の条件を満足した後に燃料電池の出力が負荷に供給されるので、当該燃料電池に過度の負荷のかかることがない。よって、燃料電池の劣化の促進が防止される。上記において所定の条件の一例として次のものがある。燃料電池の単位ユニット若しくは単位ユニットの組の出力電圧が所定の電圧（例えば8V）を超え、燃料電池スタックの総出力電圧が所定の電圧（例えば38V）を超える。ここに、単位ユニット若しくはその組の出力を検出するのは、燃料電池スタックの総出力のみを検出していたのでは、スタックを構成する各単位ユニットの状況が把握できないからである。スタックを構成する単位ユニットのいずれかの劣化が進みその発電能力が低下すれば、他の単位ユニットの負担が大きくなりその劣化が予定外に進行するからである。

【0024】水直噴タイプの燃料電池システムでは、空気導入系及び／又は燃料ガス導入系に水蒸気を供給する従来タイプの燃料電池システムに比べて、水の供給量が大きい。従って、水供給系で消費されるエネルギーが大きくなる。勿論、このエネルギーも燃料電池システムで発電されたものである。そこでこの発明の他の目的は、水供給系で消費されるエネルギーを小さくし、もって燃料電池システム全体のエネルギー効率を向上させることにある。

【0025】第6の局面の発明はかかる目的を達成するものであり、その構成は次の通りである。燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系と、前記燃料電池の温度を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された温度が所定の温度より低いとき前記水供給系を間欠的に駆動させる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0026】このように構成された第6の局面にかかる発明によれば、燃料電池の温度が所定の温度より低い場合に水供給系の駆動が間欠的となる。従って、水供給系

で消費されるエネルギーが、常に駆動させる場合に比べて、削減されることとなる。なお、燃料電池の温度が所定の温度を超えたときには、当該燃料電池を十分に冷却するために、水供給系を連続的に駆動して単位時間当たりに供給される水の量を多くすることが好ましい。

【0027】燃料電池は燃料ガスと酸素との化学反応を利用してエネルギーを取り出している。この場合、燃料ガスの供給を止めても燃料電池内においてしばらく反応が進行する。従って、燃料電池システムを停止するときはこの後反応を考慮しなければならない。即ち、この後反応で発生するエネルギーが大きくなると、燃料電池自体を劣化させるおそれがあるからである。この発明の他の目的は、かかる本発明者らが新たに見出した課題を解決することにある。

【0028】第7の局面の発明はかかる課題を解決すべくなされたものであり、その構成は次の通りである。燃料電池と、該燃料電池の出力の供給を受ける負荷系と、前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス導入系と、前記燃料電池から燃料ガスを排出する燃料ガス排出系と、停止時に、前記負荷系に対する出力をオフとし、続いて前記燃料ガス導入系を閉じ、続いて前記燃料ガス排出系を閉じる制御手段と、を備えてなる燃料電池システム。

【0029】このように構成された第7の局面の発明によれば、負荷系に対する燃料電池からの出力がオフとされ、続いて燃料ガス導入系が閉じられ、続いて燃料ガス排出系が閉じられる。このように、まず燃料ガスの入口を閉じてからその出口を閉じると後反応で消費される燃料ガスの量が可及的に少なくなるので、逆の場合に比べて、後反応で発生するエネルギーをできる限り小さくすることができる。なお、後反応による発熱を冷却し、燃料電池の劣化を更に抑制するためには、燃料ガス排出系の閉じられた後に空気の供給及び水の供給を停止することが好ましい。

【0030】

【実施例】次に、この発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1にこの発明の実施例の燃料電池システム1の構成を示す。図1に示すように、この燃料電池システム1は燃料電池スタック2、燃料ガス供給系10、空気供給系40、水供給系50及び負荷系70から大略構成される。

【0031】燃料電池スタック2は燃料電池の単位ユニットUを複数接続したものである。この単位ユニットUは、図2に示すように、空気極3と燃料極4とで固体高分子電解質膜5を挟持した構成の燃料電池本体を、更にセパレータ6及び7で挟持した構成である。この単位ユニットUの形状は特に限定されないが、セパレータ6と空気極3との間には空気を流通させる空気流路8が上下方向に形成される。セパレータ7と燃料極4との間には水素ガスを流通させる水素ガス流路9が形成されてい

る。燃料電池スタック2を構成する単位ユニットUは、図3に示すように、それぞれ4～5枚の組G1～G5になって、各組G1～G5の電圧が電圧計761～765で測定される。スタック2全体の電圧は電圧計76で測定される。

【0032】燃料ガス供給系10は燃料ガス導入系10aと燃料ガス排出系10bとからなる。燃料ガス導入系10aは水素供給路20を介して水素吸蔵合金11から放出された水素を燃料スタック2の各単位ユニットUの水素ガス流路9へ送る。水素供給路20には、水素調圧弁21が配設され、水素吸蔵合金11から放出された水素ガスを調圧(減圧)している。符号23は水素供給電磁弁23であって、水素供給路20の開閉を制御している。周知な構成の圧力計である水素元圧センサ25で燃料電池スタック2へ供給される直前の水素ガス圧がモニタされている。

【0033】燃料ガス排出系10bは水素排気路30、逆止弁31及び水素排気電磁弁33から構成される。燃料電池スタック2から排出される水素ガスは水素排気路30を介して大気へ放出される。水素排気路30には逆止弁31と水素排気電磁弁33が設けられている。逆止弁31は水素排気路30を介して空気が燃料電池スタック2の燃料極に進入することを防止する。水素排気電磁弁33は間欠的に駆動されて残留した水(及び無害化されたガス)を積極的に排出する。図示はしないが配管30内には、燃焼手段としての触媒燃焼器が配され、排出口より排出された水素と外部から導入される空気とを触媒燃焼させ水(及び無害化されたガス)の状態で、水素排気電磁弁33を介して排出する。

【0034】空気供給系40は大気から空気を燃料電池スタック2の空気流路に供給し、燃料電池スタック2から排出された空気を水凝縮器51を通過させて排気する。空気供給路41にはファン43が備えられ、大気から空気を空気マニホールド45へ送る。空気はマニホールド45から燃料電池スタック2の空気流路8へ流入して空気極4へ酸素を供給する。燃料電池スタック2から排出された空気は水凝縮器51(水回収装置)で水分が凝縮・回収されて大気へ放出される。燃料電池スタック2から排出される空気の温度は排気温度センサ47によりモニタされている。この排気温度は燃料電池スタック2の温度と実質的に等しい。

【0035】この実施例では、空気マニホールド45の側壁にノズル55が配設されて、これより吸気中に水が液体の状態で供給される。この水の大部分は液体の状態を維持したまま水凝縮器51まで到達し、そのままタンク53へ送られて回収される。供給された水の一部は蒸発し、水凝縮器51において凝縮されて回収される。なお、排出空気に含まれる水蒸気には燃料電池スタック2の発電反応に伴う反応水に起因するものもあると考えられる。この水凝縮器51は汎用的な熱交換器(図示せ

ず)を備え、これをファンの風で冷却して排出空気中の水蒸気を凝縮させて回収する構成である。

【0036】水供給系50はタンク53の水をノズル55から空気マニホールド45へ供給し、この水を水凝縮器51で回収してタンク53に戻すという閉じられた系である。タンク53の水位は常に水位センサ56でモニタされている。水位センサにはフロート式のものをを用いた。冬季にタンク53中の水が凍結しないようにタンク53にはヒータ57と凍結防止電磁バルブ58が取り付けられている。水凝縮器51とタンク53を連結する配管には電磁バルブ60が取り付けられてタンク53内の水が蒸発するのを防止している。

【0037】タンク53の水はポンプ61により空気マニホールド内に配設されたノズル55へ圧送され、ここから空気極の表面に対して連続的若しくは間欠的に噴出される。この水は燃料電池スタック2の空気極に供給され、ここにおいて優先的に空気から潜熱を奪うので、空気極側の電解質膜からの水分の蒸発が防止される。従って、電解質膜はその空気極側で乾燥することなく、常に均一な湿潤状態を維持する。また、空気極の表面に供給された水は空気極自体からも熱を奪いこれを冷却するので、これにより燃料電池スタック2の温度を制御できる。即ち、燃料電池スタック2へ冷却水供給系を付加しなくても当該燃料電池スタック2を十分に冷却することができる。

【0038】負荷系70は燃料電池スタック2の出力を外部に取出して、モータ77を駆動させる。この負荷系70にはスイッチのためのリレー71と補助出力源となるバッテリー75が設けられ、バッテリー75とリレー71との間に整流用のダイオード73が介在されている。車輛の走行中、燃料電池スタック2の作動が何らかの事情により停止したとき、モータ77にはバッテリー75から電力が供給される。バッテリー75からの電力のみでモータ77が駆動されているとき、運転手にはその旨が図示しない表示装置によって報知される。そのとき併せて、バッテリー75の残量も表示することが好ましい。

【0039】図4に、実施例の燃料電池システム1の制御系150の構成を示した。図1に示した各要素には同一の符号が付してある。制御装置151はCPU153とメモリ155を備える。CPU153は各要素と図示しないインターフェースを介して接続されており、メモリ155に予め保存されている制御プログラムに基づいて各要素を制御する。よって、以下に説明するフローチャートは当該制御プログラムにそってCPU153が各要素を制御することにより実行される。

【0040】図5は実施例の燃料電池システム1の始動時の動作を示すフローチャートである。実施例の燃料電池システム1を始動するときには、まず空気供給ファン43を駆動して空気マニホールド45へ空気を送る(ステップ1)。その後、水位センサ56で水タンク53の

水位が予め定められた閾値より高いか否かをチェックする(ステップ2)。ここに閾値は、水タンク56の最大容量の10%の水量に対する水位とした。水タンク56の水位が当該閾値の水位に満たないと水供給系50の水量が不足であるとして、燃料電池システム1を停止させるために図7に示した終了処理へ進む。それとともに、アラームランプ160を点灯させる。

【0041】水タンク56の水量が充分であったときは、ステップ3に進む。ステップ3ではポンプ61を10秒間駆動させてノズル55から水を空気マニホールド45内へ噴射する。これにより、予め燃料電池スタック2の空気極4側から電解質膜5に水が供給され、その湿潤状態が確保される。よって、後で水素ガスが供給されたとき急激な反応が起こったとしても、電解質膜5の焼損が未然に防止されることとなる。

【0042】次に、ステップ5~8において燃料電池スタック2の水素ガス流路9内を水素ガスで充填させる。即ち、燃料電池システム1を暫く止めていると、電解質膜5を通して水素ガス流路に空気が入り込んでくる場合がある。従って、この空気を水素ガスで安全に置換する必要がある。先ず、ステップ5において水素排気弁33を開放しておく。これにより、後で水素供給弁23を開いたときに、調圧弁21の存在に関わらず、発生する瞬時圧を系外へ逃がすことができる。よって、電解質膜5に大きな負担がかからなくなる。これにより、電解質膜5の耐久性を設計通りとすることができる。

【0043】ステップ5の直後、ステップ6で水素供給弁23を開く。ステップ7において、ステップ5で開いていた水素排気弁33を3秒後に閉じる。なお、ステップ6における水素供給弁23を開く動作は当該3秒間の間になされる。ステップ8において、ステップ6で開いていた水素供給弁23を5秒後に閉じる。ステップ5~8の操作により、燃料電池スタック2の水素ガス流路9はもとより、水素ガス導入系10a中の空気が水素ガスでパージされる。

【0044】ステップ8で水素供給弁23を閉じた直後(このとき、水素排気弁33も閉じられている。)に水素元圧センサ25で水素導入系10aの圧力を検出する。その時の圧力が20~90Kpaの範囲から外れた場合、水素導入系10aに異常があったとして燃料電池システム1を停止させる(ステップ10のYES)。それとともにアラームランプ160を点灯させる。燃料電池スタック2へ供給される水素ガスの圧力は調圧弁21により50~60Kpaに調圧されている。ステップ10で検出した圧力が20Kpaに満たない場合は水素導入系10aにおいてシール不良が発生して水素ガスがそこから洩れている可能性がある。また、検出した圧力が90Kpaを超えるものであったときには調圧弁21に不良が発生している可能性がある。90Kpaを超える高い圧力を燃料電池スタック2へ印加すると、電解質膜

5に損傷の生じるおそれがある。

【0045】ステップ10において、水素元圧センサ25で検出された圧力と参照圧力（20～90Kpa）との比較は、制御装置151のクロックに応じて行われる（例えば100ms毎）。その結果が3回続けて条件を満足していた場合、YESと判断される。3回の測定結果に基づいて判断するのは、電気信号ノイズを除去するためである。以降の各判断ステップにおいても同様な電気信号ノイズ対策が取られるものとする。

【0046】次に、ステップ8で水素供給弁23が閉じられた10秒後に（ステップ12）、水素元圧センサ25の圧力が10Kpa未満であるか否かをチェックする（ステップ13）。水素ガスは電解質膜5を介して空気中の酸素と反応して消費されるので、水素ガス導入系10a内の水素分圧は次第に低下する。しかし、10秒経過後、その圧力が10Kpa未満であると、発電反応による消費とは別に電解質膜5の劣化によるリークの可能性が考えられる。なお、他の部分からのリークがあれば圧力低下の度合いが大きくステップ10で検出されるはずである。従って、ステップ13において、水素元圧セ

ンサ25による検出結果が10Kpa未満であると（ステップ13：YES）、電解質膜5の劣化の可能性があるとして、燃料電池システム1を停止させる。それとともにアラームランプ160を点灯させる。

【0047】水素元圧センサ25による検出結果が10Kpa以上であると（ステップ13：NO）、ステップ15に進む。ステップ15では水素供給弁23を再度開く。この水素供給弁23の開の状態を維持したまま、ステップ17では水素排気弁33を1秒間開くー2秒間閉じるー1秒間開くー2秒間閉じる、を60秒間繰り返す（ステップ19）。この60秒間の間に、燃料電池スタック2の電圧の状態が以下に示す第1の電圧条件を満足すると、図6に示す定常運転に進む（ステップ18：YES）。一方、第1の電圧条件が満足されないときは、燃料電池システムを停止させる（ステップ18：NO）。それとともにアラームランプ160を点灯させる。

【0048】第1の電圧条件として、例えば次なる条件を採用した。

- | | |
|---------------------------|---------|
| イ 燃料電池スタック2の電圧 | > 所定電位1 |
| イ 単位ユニットUの第1の組G1の電圧 | > 所定電位2 |
| イ 単位ユニットUの第2～第5の組G2～G5の電圧 | > 所定電位2 |

上記イ～イの全ての条件が満足されたとき、ステップ18はYESとなる。一方、少なくとも1つの条件が満足されないと、ステップ18はNOとなる。

【0049】図6は燃料電池システム1の定常運転時の動作を示す。定常運転処理では、先ずステップ21においてリレー71がオンとなり、燃料電池スタック2の出力がモータ77に印加される。その時の燃料電池スタック2の電圧が電圧計76で検出され、その検出結果が例えば35V以下であると（ステップ23：NO）、燃料電池システム1は停止される。それとともにアラームランプ160を点灯させる。モータ77を駆動するのに十分な電力が得られていないからである。

【0050】燃料電池スタック2の出力電圧が35Vを超えるものであると（ステップ23：YES）、水素排

気弁33を2秒間開き、その後58秒間閉じる（ステップ25～29）。図6のルーチンを繰り返す限り、燃料ガス排出系10bは1分間に2秒間開かれることとなる。

【0051】ステップ31では、ステップ29で水素排気弁33を開いたときの燃料電池スタック2の電圧の状態を第2の電圧条件と比較する。燃料電池スタック2の電圧状態が第2の電圧条件を満足していないときは燃料電池システム1を停止する。それとともにアラームランプ160を点灯させる。一方、満足しているときはステップ33に進む。

【0052】ここに第2の電圧条件として、次なる条件を採用した。

- | | |
|--------------------|---------|
| イ 単位ユニットの第1の組G1の電圧 | > 所定電位3 |
| イ 単位ユニットの第2の組G2の電圧 | > 所定電位3 |
| イ 単位ユニットの第3の組G3の電圧 | > 所定電位3 |
| イ 単位ユニットの第4の組G4の電圧 | > 所定電位3 |
| イ 単位ユニットの第5の組G5の電圧 | > 所定電位3 |

そして、上記イ～イのいずれか1つの条件でも満足していないときステップ31はNOとなる。

【0053】ステップ33～35では、水素ガス導入系10aに十分な水素ガスが供給されているかをチェックする。このステップ33～35はその目的及び動作において、始動時のフロー（図5参照）のステップ8及びステップ10と同じである。

【0054】ステップ37では排気温度センサ47によ

り検出された燃料電池スタック2の空気排気ガスの温度（スタック2自体の温度とほぼ等しい）が50℃未満であるか否かをチェックする。空気排気ガスの温度が50℃未満のときは、ステップ38～41において、ポンプ61を3秒間駆動させた後、10秒間休止させる。即ち、水を3秒間供給した後10秒間休止するという、間欠的な水の供給パターンは空気排気ガスの温度が50℃未満である限り維持される。

【0055】空気排気ガスの温度が50℃以上のときはステップ44に進む。さらに、空気排気ガスの温度が70℃を超えるときは（ステップ44：NO）、燃料電池システム1を停止させる。それとともにアラームランプ160を点灯させる。燃料電池スタック2において異常反応が進行しているおそれがあるからである。空気排気ガスの温度が50℃を超え且つ70℃未満であるときは（ステップ44：YES）、ポンプ61を10秒間連続して駆動させる。即ち、10秒間連続して水を供給する（ステップ46～48）。これにより、ステップ38～41（空気排気ガスが50℃未満のとき）に比べ、単位時間当たりに供給される水の量が増大される。よって、燃料電池スタック2がより強く冷却されることとなる。

【0056】イグニッションキーがオフとされて停止信号が入力されると、燃料電池システム1は停止される（ステップ43、50）。

【0057】図7は燃料電池システム1を停止させるときの動作を示すフローチャートである。ステップ61で先ずリレー71をオフとして、モータ77から燃料電池スタック2を切り離す。次に、水素供給弁23を閉じる（ステップ62）。その後、水素排気弁33を閉じる（ステップ63）。このように、水素供給弁23を閉じ後に水素排気弁33を閉じることにより、燃料電池システム1において後反応で消費される水素ガスの量をできる限り少なくし、もって後反応により発生するエネルギーをできる限り削減することができる。

【0058】後反応による熱が電解質膜に蓄積されると、当該電解質膜の劣化が促進されるので好ましくない。そこで、電解質膜の冷却を促進する見地から、水素排気弁33を閉じた後まで空気の流通を確保し（ステップ64）、水の供給の停止は最後に行う（ステップ65）。

【0059】制御装置151用の電源を閉じて（ステップ67）、燃料電池システム1が完全に停止される。

【0060】この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【0061】以下、次の事項を開示する。

（40）燃料電池の燃料ガス流路の排気弁を開放し、その後、前記燃料電池に燃料ガスを供給し、その後、前記排気弁を閉じる、ことを特徴とする燃料電池の始動方法。

（50）燃料電池スタックの出力電圧が下記条件を満足した後に該燃料電池スタックの出力を負荷系に印加する、ことを特徴とする燃料電池システムの始動方法、前記燃料電池スタックを構成する単位ユニット若しくは単位ユニットの組の出力電圧が所定の第1の閾値を上回り、且つ前記燃料電池スタックの総出力電圧が所定の第2の閾値を上回る。燃料電池の空気極に水を液体の状態

で供給する水直噴型の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池が第1の条件を満たすとき前記水を間欠的に供給し、前記燃料電池が第2の条件を満たすとき、前記水を連続的に供給する、ことを特徴とする燃料電池システム。

【0062】（70）燃料電池と、該燃料電池から燃料ガスを排出させる燃料ガス排出系と、該燃料ガス排出系を所定の規則に基づいて間欠的に開き、前記燃料電池から前記燃料ガスを排出させる制御装置と、を備えてなる燃料電池システム。

（80）燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス導入系と、該燃料ガス導入系の圧力を検出する圧力計と、前記燃料電池の出力電圧を検出する電圧計と、前記燃料電池の温度を検出する温度計と、下記条件を満足したとき、燃料電池システムを停止させる制御手段と、前記圧力計で検出した前記燃料ガス導入系内の圧力が所定の閾値圧力を下回ったとき、前記電圧計で検出した前記燃料電池の出力が所定の閾値電圧を下回ったとき、若しくは前記温度計で検出した前記燃料電池の温度が所定の閾値温度を上回ったとき、を備えてなる燃料電池システム。

（90）燃料電池システムと、バッテリーと、前記燃料電池システムが停止したとき、前記バッテリーの電力でモータを駆動させる手段と、を備えてなる燃料電池車輛。

（91）前記バッテリーの電力のみで前記モータが駆動されているときに作動するアラームが更に備えられている、ことを特徴とする（90）に記載の燃料電池車輛。

【0063】（110）燃料電池から負荷系に対する出力を停止し、続いて、前記燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス導入系を閉じ、続いて、前記燃料電池から燃料ガスを排出する燃料ガス排出系を閉じる、ことを特徴とする燃料電池システムの停止方法。

（111）前記燃料ガス排出系を閉じることに続いて、前記燃料電池に空気を供給する空気供給系を閉じ、続いて、前記燃料電池の空気極に水を液体の状態で供給する水供給系を閉じる、ことを特徴とする（110）に記載の燃料電池システムの停止方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1はこの発明の一の実施例の燃料電池システムの構成を示す概念図である。

【図2】図2は同じく燃料電池の単位ユニットの構成を示す断面図である。

【図3】図3は燃料電池スタックとこれを構成する単位ユニットの組を示す正面図である。

【図4】図4は同じく実施例の燃料電池システムの制御系を示すブロック図である。

【図5】図5は同じく燃料電池システムの始動時の動作を示すフローチャートである。

【図6】図6は同じく燃料電池システムの定常運転時の

動作を示すフローチャートである。

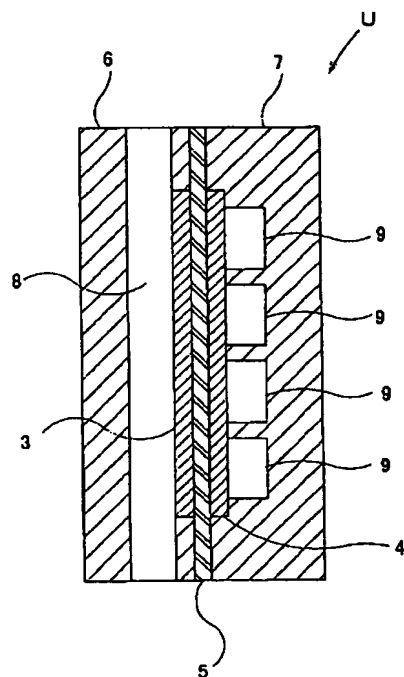
【図7】図7は同じく燃料電池システムの停止時の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

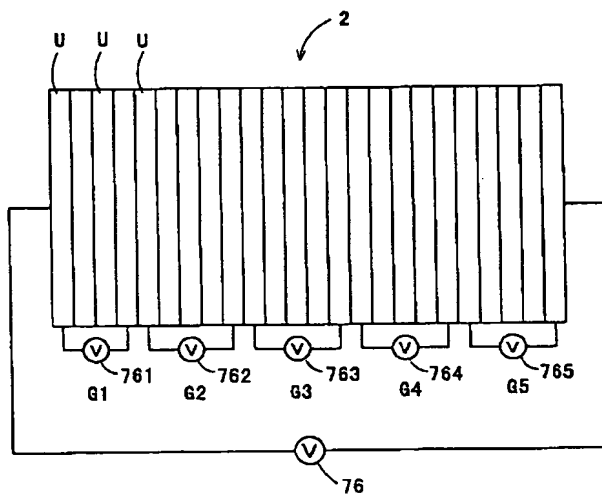
- 1 燃料電池システム
- 2 燃料電池スタック
- 10 燃料ガス供給系
- 10a 燃料ガス導入系
- 10b 燃料ガス排出系

- 23 水素供給弁
- 25 水素元圧センサ
- 33 水素排気弁
- 40 空気供給系
- 47 排気温度センサ
- 50 水供給系
- 70 負荷系
- 151 制御装置

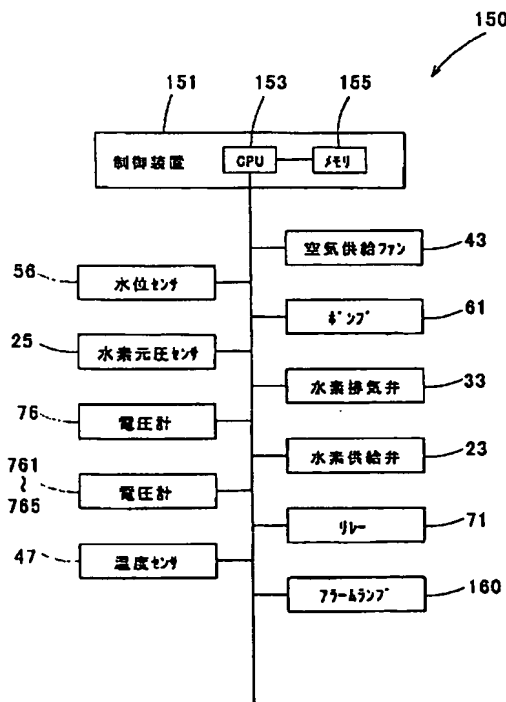
【図2】



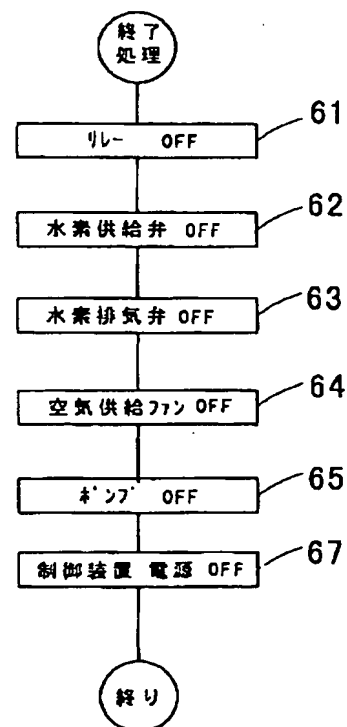
【図3】



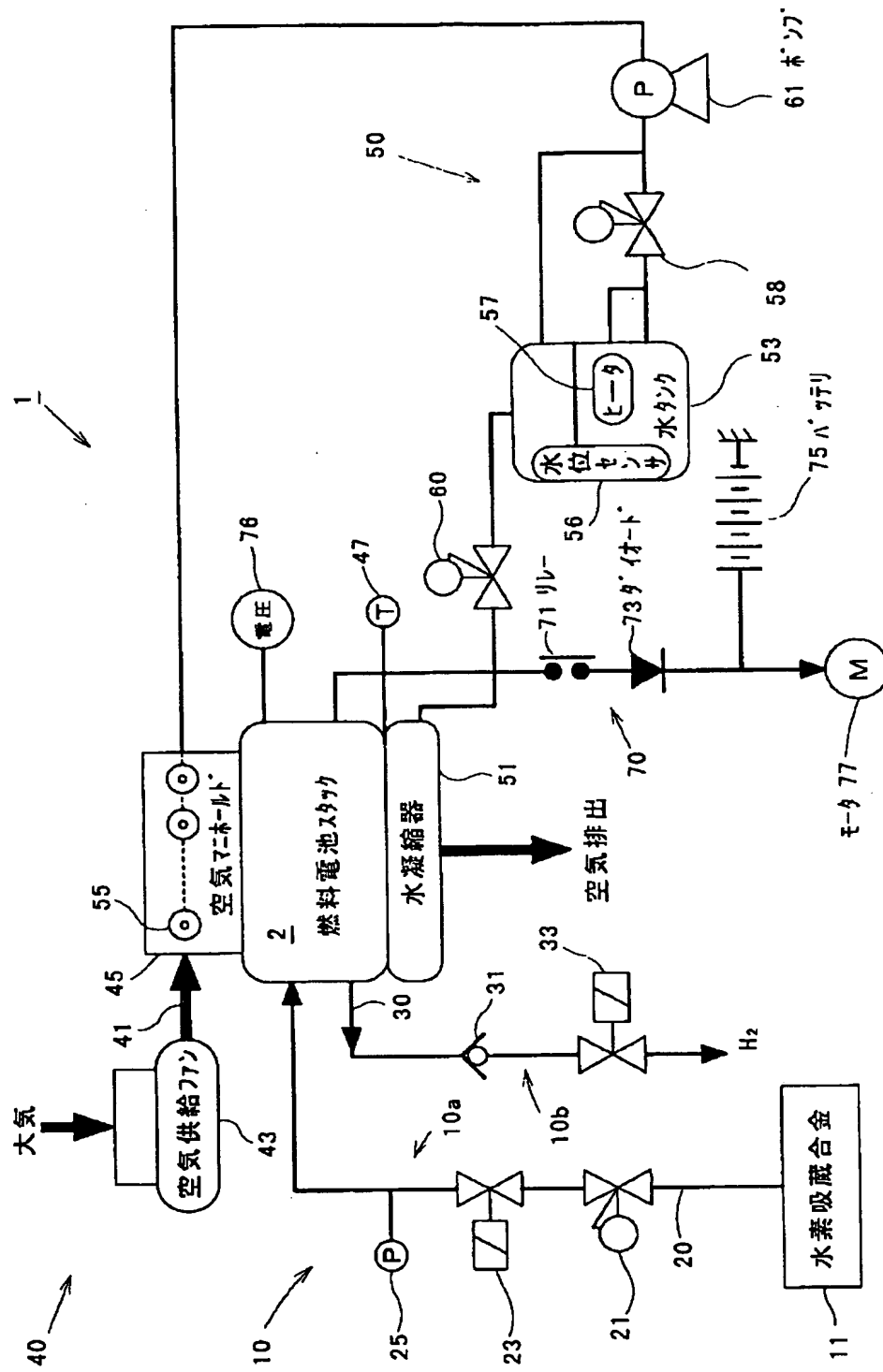
【図4】



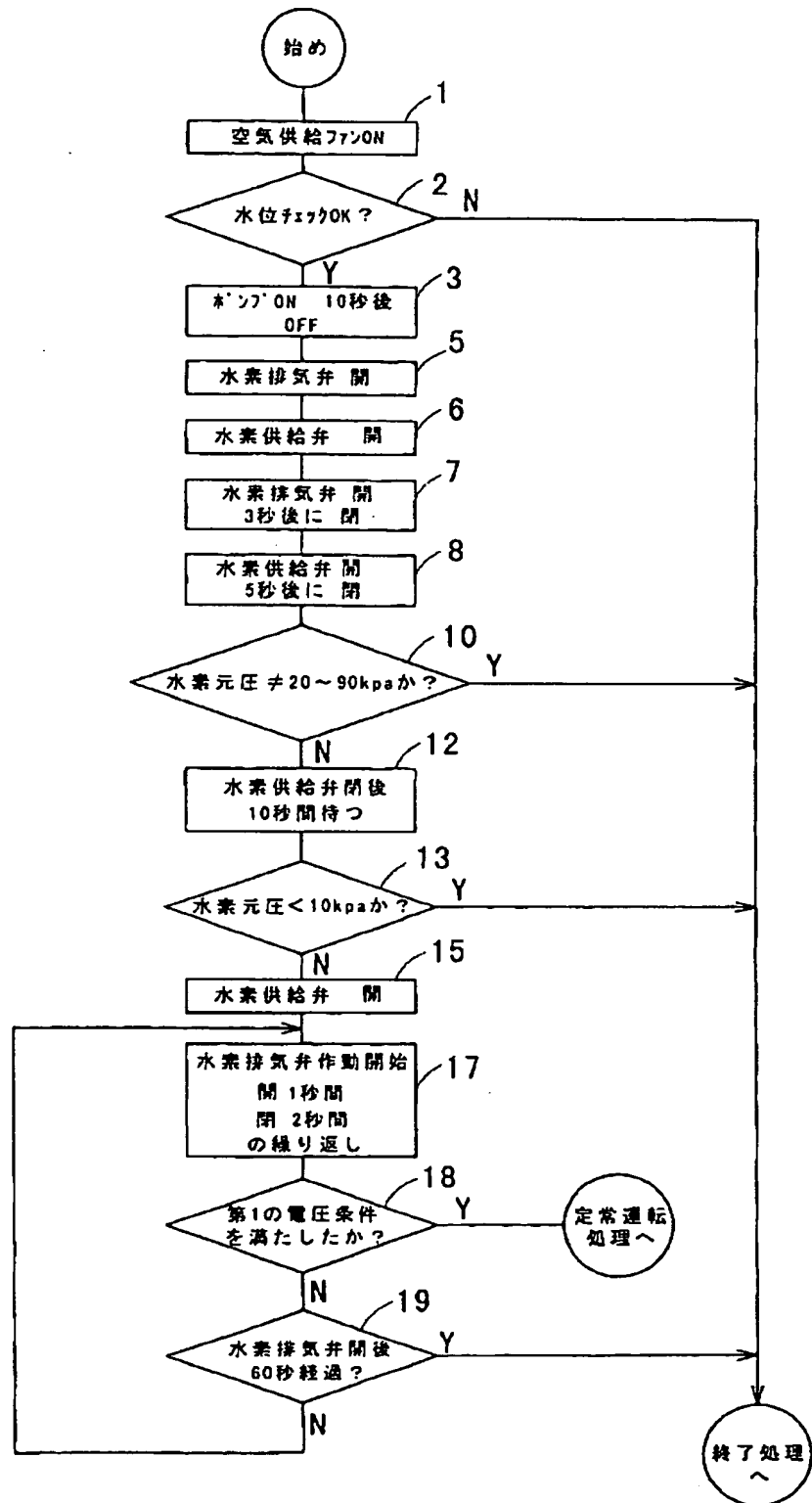
【図7】



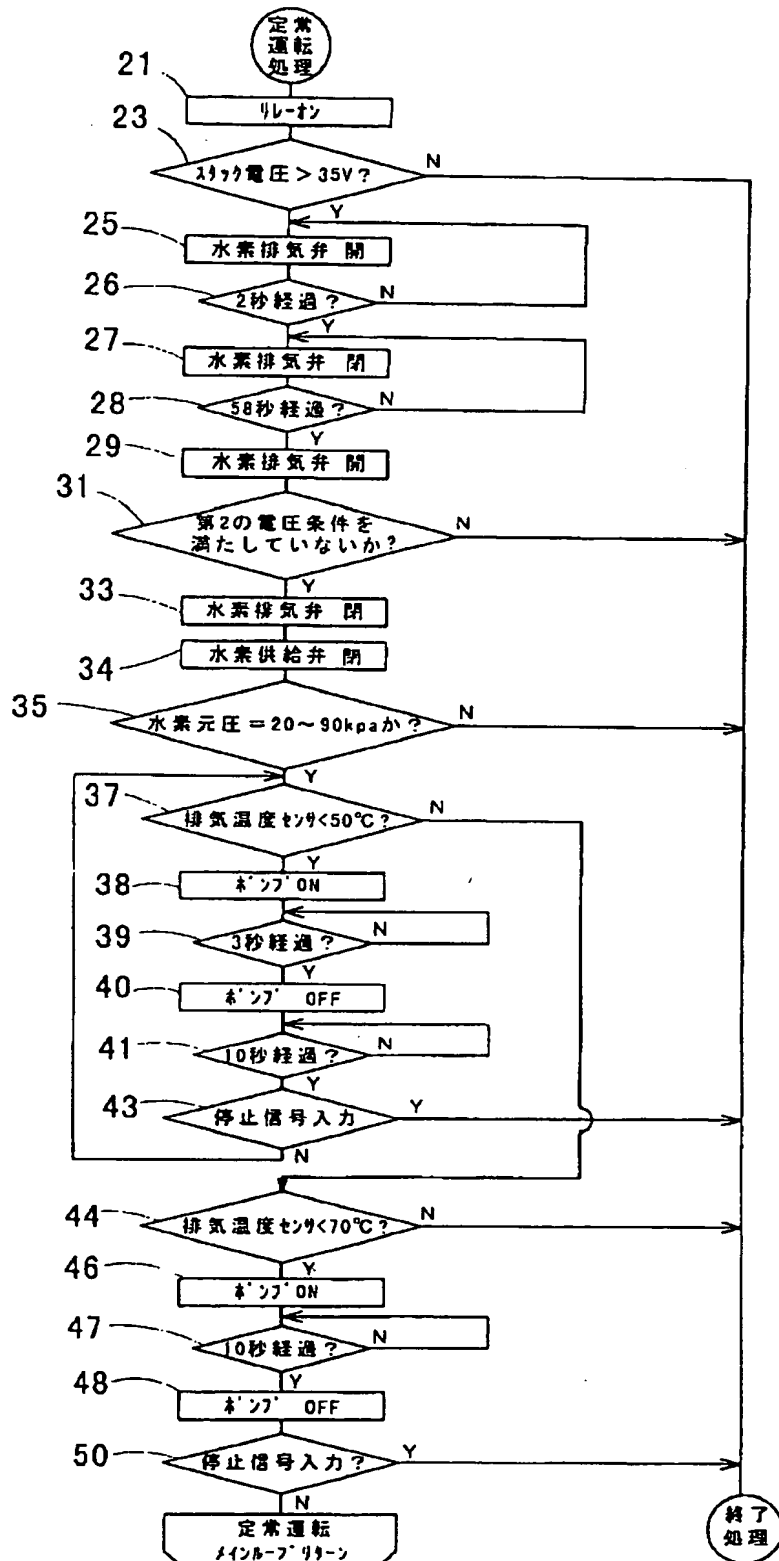
【図1】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 慎之
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株
式会社エクス・リサーチ内